

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-083452

(43)Date of publication of application : 26.03.1999

(51)Int.Cl.

G01B 11/24

(21)Application number : 10-207550

(71)Applicant : BOEING CO:THE

(22)Date of filing : 23.07.1998

(72)Inventor : RUDNICK FREDERICK C
HANSEN JEFFREY M
RICHARDS CHARLES M

(30)Priority

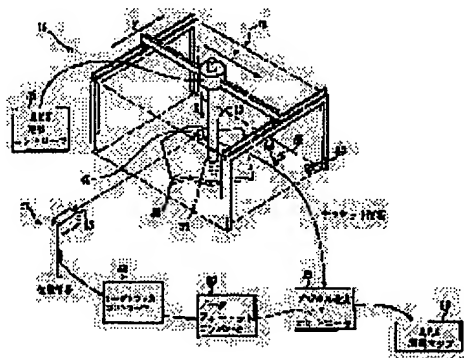
Priority number : 97 904225 Priority date : 31.07.1997 Priority country : US

(54) PORTABLE DIGITIZING SYSTEM AND METHOD FOR EXECUTING HIGH-PRECISION SURFACE SCANNING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make executable a high-precision surface scanning for a large component and a component having a complicated geometrical shape, by scanning the surface of the components by installing a digitizing head in a host machine and by tracking the position of the digitizing head using a laser tracking system.

SOLUTION: The digitizing head 20 is moved on the surface of a component to be scanned 30 by using a host machine 10. A retroreflector 40 is attached to the digitizing head 20. A laser tracking system 50 tracks the position of the digitizing head 20 using a laser beam reflected from the retroreflector 40. Pole position data from the system 50 is transferred to a data format converter 60. Then, surface scanning data transferred from the digitizing head 20 to a digitizing head controller 25 are compounded with the position data from the converter 60 so that the surface map of the scanned component 30 with high resolution and high precision is formed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-83452

(43) 公開日 平成11年(1999) 3月26日

(51) Int.Cl.⁸
G 0 1 B 11/24

識別記号

F I
G 0 1 B 11/24

C

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-207550

(22) 出願日 平成10年(1998) 7月23日

(31) 優先権主張番号 08/904225

(32) 優先日 1997年7月31日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 591009037

ザ・ボーイング・カンパニー

THE BOEING COMPANY

アメリカ合衆国、98124-2207 ワシントン

州、シアトル、メイル・ストップ・13-

08 ビー・オー・ボックス・3707 (番地な

し)

(72) 発明者 フレドリック・シー・ラドニック

アメリカ合衆国、98155 ワシントン州、

ショアライン、エイティーンズ・アベニ

ュー・エヌ・イー、16825

(74) 代理人 弁理士 深見 久郎 (外3名)

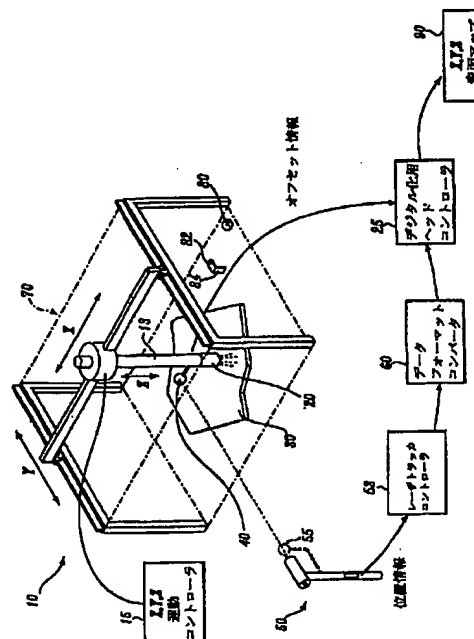
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高精度表面走査を行なうための携帯デジタル化用システムおよび方法

(57) 【要約】

【課題】 大型および/または複雑な部品の高精度表面走査をもたらすシステムを提供する。

【解決手段】 大型および/または複雑な部品(30)を表面走査する装置のようなホストマシン(10)と、ホストマシンに装着されるデジタル化用ヘッド(20)とデジタル化用ヘッドに装着される再帰反射器(40)体の位置を追跡するための遠隔レーザトラッキングシステム(50)とを含む。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の運動軸を有するホストマシンを含み、前記複数の運動軸は作業エンベロープを規定し、

部品の表面を走査しかつ走査表面に関するデータを収集するためのデジタル化用ヘッドを含み、前記デジタル化用ヘッドは前記ホストマシンに装着されかつ前記ホストマシンによって前記複数の運動軸に沿って移動可能であり、

前記デジタル化用ヘッドの運動をトラッキングするための位置センサを含み、前記位置センサは前記デジタル化用ヘッドに関する位置情報を収集し、さらに前記デジタル化用ヘッドからのデータを前記位置センサからのデータに合成して、走査される部品の高精度な表面走査をもたらすコントローラを含む、大型または複雑な部品の高精度表面走査を行なうための携帯デジタル化用システム。

【請求項2】 前記デジタル化用ヘッドは各デジタル化用ヘッド位置において1つ以上の表面位置からZオフセット情報を収集するためのレーザスキャナをさらに含む、請求項1に記載のシステム。

【請求項3】 前記位置センサは、前記作業エンベロープの外にある、レーザエミッタおよびレシーバユニットを有するレーザトラッキングシステムと、前記デジタルヘッドに装着される再帰反射器とをさらに含む、請求項1に記載のシステム。

【請求項4】 前記レーザエミッタおよびレシーバユニットは干渉計を有する携帯柱装着レーザである、請求項3に記載のシステム。

【請求項5】 前記レーザトラッキングシステムは、前記レーザエミッタから発射され、前記再帰反射器から前記レーザレシーバに反射されるレーザビームで、前記デジタル化用ヘッドの運動を追跡する、請求項3に記載のシステム。

【請求項6】 前記レーザレシーバは干渉計である、請求項5に記載のシステム。

【請求項7】 前記位置センサは前記レーザエミッタおよびレシーバユニットに相対する、前記再帰反射器の位置を表わすデータを集める、請求項5に記載のシステム。

【請求項8】 前記デジタル化用ヘッドはさらにレーザスキャナを含む、請求項7に記載のシステム。

【請求項9】 前記レーザスキャナは、レーザビームを所定のウィンドウ上に掃引することにより、レーザビームを用いて表面を走査する、請求項8に記載のシステム。

【請求項10】 前記レーザスキャナは、表面の走査ウィンドウにおける点から前記デジタル化用ヘッドの前記レーザスキャナまでの距離を表わすZオフセットデータのストリームを集める、請求項9に記載のシステム。

【請求項11】 前記コントローラは前記レーザスキャナからのZオフセットデータを前記レーザトラッキングシステムからの位置情報に合成する、請求項10に記載のシステム。

【請求項12】 前記レーザトラッキングシステムからの前記位置情報は、前記レーザスキャナに対する前記再帰反射器の相対的位置を示すためにオフセットされる、請求項1に記載のシステム。

【請求項13】 前記デジタル化用ヘッドはさらにレーザスキャナを含む、請求項1に記載のシステム。

【請求項14】 前記レーザスキャナはレーザビームを所定のウィンドウ上に掃引することにより、レーザビームを用いて表面を走査する、請求項13に記載のシステム。

【請求項15】 前記レーザスキャナは表面の走査ウィンドウの点からデジタル化用ヘッドの前記レーザスキャナまでの距離を表わすZオフセットデータのストリームを集める、請求項14に記載のシステム。

【請求項16】 ホストマシンに装着されるデジタル化用ヘッドを用いて集められたデータから、大型または複雑な部品の高精度な表面走査をもたらすための方法であって、前記ホストマシンは前記デジタル化用ヘッドが移動し得る作業エンベロープを規定する複数の運動軸を有し、前記方法は走査するべき部品を前記作業エンベロープ内に置くステップと、

前記ホストマシンで走査するべき表面上に前記デジタル化用ヘッドを動かすことにより、部品を走査して部品の表面から前記デジタル化用ヘッドの距離を表わすZオフセットデータを集めるステップと、

前記作業エンベロープの外にある位置センサを用いて、前記デジタルヘッドが前記作業エンベロープ内で移動する間、前記デジタル化用ヘッドを追跡して前記デジタル化用ヘッドの位置を表わすデータを集めるステップと、前記デジタル化用ヘッドからのZオフセットデータを前記位置センサからの位置データと組合せることにより、前記部品の高精度な表面走査を作成するステップとを含む、方法。

【請求項17】 前記位置センサはレーザトラッキングシステムであり、前記方法は再帰反射器を前記デジタル化用ヘッドに装着するステップをさらに含む、請求項16に記載の方法。

【請求項18】 前記デジタル化用ヘッドを追跡しその位置を表わすデータを集める前記ステップは前記レーザトラッキングシステムのレーザエミッタから、前記デジタル化用ヘッドに装着される前記再帰反射器にレーザビームを照射するステップと、

前記レーザトラッキングシステムのレーザレシーバにより、前記再帰反射器からの反射レーザビームを受取るステップと、

前記受取られたレーザビームを前記照射レーザビームに

比較して、前記デジタル化用ヘッドの位置および運動方向を決定するステップと、前記決定された運動方向情報に基づいて、前記デジタル化用ヘッドとともに移動する前記再帰反射器に追従するように前記照射レーザビームの方向を調整するステップとを含む、請求項17に記載の方法。

【請求項19】 前記デジタル化用ヘッドはさらにレーザスキャナを含み、前記部品を走査してZオフセットデータを集める前記ステップは、前記デジタル化用ヘッドの各位置について、走査するべき表面の少なくとも1つの位置上に前記レーザスキャナを掃引するステップを含む、請求項17に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の分野】本発明は大型部品または複雑な幾何学的形状を有する部品について精度の高い表面走査を行なうための携帯レーザデジタル化用システムに向けられている。

【0002】

【発明の背景】飛行機のような大きな物体はマスターモデルから組立てられている。現在では、物体の部品はコンピュータで設計され、マスターモデルは物体の表面を示すコンピュータ化されたデータセットから作製されている。

【0003】しかし、コンピュータが一般的に使われる以前では、これらのマスターモデルは手で作製された石膏および合板モデルであった。たとえば、本発明の譲受人であるザ・ボーイング・カンパニーは、飛行機の翼および他の大型部品のための大型石膏マスターモデルを国中のさまざまな倉庫に保管しており、それにより保管および維持費用が非常に高くなってしまふ。これらのほとんどまたは全部が手作りのマスターモデルであったので、これらの部品に対するデータセットはなく、マスターモデルをコンピュータ化してマスターモデルの損失または損傷を免れるためには部品を逆分析しなければならない。大型の代わりのない部品を走査場所に移送するというリスクおよび経費を避けるために、これらの手作りのマスターモデルの表面マップをもとの場所で作成できるよう、携帯できる高精度のデジタル化用システムが必要である。一旦データセットを作製および記録すれば、マスターモデルは不要となり、廃棄することができ、それにより倉庫の経費をなくすることができる。

【0004】部品の逆分析の他に、製造された部品を検査して製品設計およびツール開発のために部品に必要な許容誤差内に作製されたことを確認するためにも、デジタル化用システムが用いられている。

【0005】表面走査を行なうための装置は沢山あり、これらは接触または非接触型システムの形をとる。接触型システムは部品を直接測定するための接触プローブ、または測定するべき部品の表面に接触して設けられるタ

ーゲットまでの距離を測定するレーザを用いる。接触型システムは非常に正確なものであるが、分解能はプローブの大きさ（典型的には3ミリメートル（1/8インチ）の球）またはターゲットの大きさ（たとえば、38ミリメートル（1.5インチ）の再帰反射器）によって限定される。さらに、柔らかいまたは硬くない表面を有する部品を測定するのに接触型システムを用いると、測定している表面を変えてしまうまたは変形してしまう危険がある。接触型システムの例として、座標測定器（CMM）、コンピュータによる経緯儀（CAT）およびレーザトラッキングシステムが挙げられる。

【0006】非接触型システムは典型的にレーザデジタル化用ヘッドのようなレーザまたは他の光学装置を使用し、測定するべき部品の表面には接触しない。

【0007】多くの寸法検査装置が存在するが、高い分解能でもって大型部品または複雑な幾何学的形状を有する部品を正確に扱うことができるものは少ない。大型部品を扱うものは精度を最大限にするために非常に高価な、温度および湿度が制御された環境を必要とする。

【0008】ロードアイランド、ノースキングスタウンのBrown & Sharpeによって製造されるChameleonおよびXcelモデル、イタリア、トリノのDEA-Brown & Sharpe S.p.A.によって製造されるDelta、BravoおよびLambdaモデル、ならびにイリノイ州、オーロラのミットヨミ国によって製造されたBrightシリーズのような座標測定器（CMM）は寸法を検査するために、航空宇宙業界で一般的に使われている。これらの装置は大きな花崗岩ブロックベースおよび精密三軸運動アクチュエータを一般的に含む。精度を確実にするために、これらの装置は普通制御された環境のチャンバにあり、振動から隔離された床の上に設置されている。CMMは部品に接触する、既知の長さおよび寸法を有する接触プローブを用いて、X、YおよびZ軸の位置を後で使用するために記録する。携帯できないばかりでなく、CMMは設備および維持費用が高く、機械的に限定されているという問題を含む。さらに、その精度は大型部品では確実なものではない。なぜなら、僅かな温度または湿度変化でもCMM作業エンベロープにわたり累積されてしまうからである。

【0009】部品の表面をマッピングするために、3および5軸ミルも用いられている。CMMで用いられている接触プローブと同じスタイルのものをミルでも用いて測定する。部品を測定するためにミルを使用する場合、接触プローブはミルの制御を操作している人によって部品の表面上を移動させられる。Zオフセットデータが接触プローブによって集められ、X、YおよびZの軸位置はミルの内部機械位置センサによって得られる（たとえば特定のモータ回転数がある既知の移動距離に相当する）。このシステムの問題は、CMMの携帯可能ではないことおよび熱的不正確さを含む。さらに、部品を機械加工するのに用いられた同じ機械を測定に用いるとした

ら、その機械および測定すべき部品が同じ相対的位置関係にある場合、ミルの不正確さは測定から隠されてしまうかもしれない。機械と測定すべき部品とが同じ相対的位置関係にない場合、または機械加工の際に用いられたものと異なる機械を測定に用いた場合、ミルの不正確さは過度に誤差を強調してしまうまたは実際にはないのに誤差を報告してしまうことになるかもしれない。いずれにしても、部品の寸法的属性を正確に測定および記録するという保証はない。

【0010】スイス、ヘルブルグのLeica AGによって製造されたSD2000およびSD3000モデルやコロラド州、ボールダーのVexcelによって製造されたFotoG-RMSのような写真測量システム、スイス、ヘルブルグのLeica AGによって製造されたNA820、NA824、およびNA822モデルやニューヨーク州、メルビルのニコン米国によって製造されたNT-4Dモデルのような経緯儀、ならびにスイス、ヘルブルグのLeica AGによって製造されたT460モデル、日本、東京のTopconによって製造されたGTS-500およびGTS-700モデル、ならびにニューヨーク州、メルビルのニコン米国によって製造されたDTM-400モデルのようなコンピュータによる経緯儀(CAT)は、検査している部品上に置かれたターゲットのX、Y、およびZの位置を三角測量するために、既知の関係を有する光学装置を用いる。これらの3つのシステムはすべて大型および複雑な部品を正確に測定することができる携帯システムであるが、時間および労力がかかってしまう。なぜなら、部品上に多数のターゲットを配置し、データを使用可能なフォーマットに変換する時間が必要だからである。たとえば、30平方フィートの表面を有する部品の場合、配置し、6インチの格子を用いて部品を測定し、X、Y、およびZデータを得るのに普通3日必要となる。より大型の部品および/またはより小さな格子を用いればもっと時間がかかってしまう。

【0011】カナダ、オンタリオ州、オタワのHymarc社によって製造されたHyscanレーザデジタル化用ヘッドは、CMMやミルのような他の並進装置に装着されることを意図される非接触型システムである。接触プローブをHyscanデジタル化用ヘッドに置換えることにより、測定が行なわれる。測定されている部品の表面上のある点までの距離を機械的に測定する接触プローブを用いる代わりに、Hyscanはラスタレーザビームおよび局部三角測量を用いて、測定すべき部品の表面のオフセット値を計算する。Hyscanのニギズキキナは0.025ミリメートル(0.001インチ)の精度で1秒あたり6,144点という連続速度で表面データを獲得する。データは揺動するレーザビームを用いて点ごとに得られる。レーザビームは振子のような運動で前後に走査して高い分解能をもって表面の特徴を迅速に「塗りつぶす」。これは同期化された移動鏡のシステムおよび正確な三角測量技

術を用いて各点を計算する。移動鏡はレーザビームを部品上に掃引する。ビームは部品の表面から反射されて一連の鏡およびレンズを通して電荷結合素子(CCD)アレイに向けられる。反射されたレーザビームがあたるCCDアレイの位置はオフセット値に変換され、ホストの内部X、Y、およびZ座標と組合せられてデータセットを作る。Hyscanデジタル化用ヘッドは高い分解能をもって高精度のオフセットデータを得るが、全体的な精度および測定エンベロープはCMMや他の並進装置に依存する。

【0012】ニューヨーク州、ホーバージのRobotic Vision Systems社(RVSI)は非接触型スプリットビームレーザデジタル化用ヘッドを有する3軸ガントリを製造する。ヘッドはZオフセット値を出力し、これはガントリの内部X、Y、およびZ位置に加えられる。CMMのように、熱的不正確さにより設備および維持費用は高い。さらに、Hyscanのように、RVSIシステムの精度はガントリの内部の機械的位置センサに依存する。

【0013】専用の走査システムの他に、スイスのヘルブルグのLeica AGによって製造されるSmart310のような3Dレーザトラッキングシステムを用いて部品を走査することもある。レーザトラッキングシステムは高精度な、しかし分解能が低い接触型システムであり、柱装着レーザを用いて走査している表面に設けられる再帰反射器の位置データを追跡する。測定する表面上に手で再帰反射器を移動させることにより、表面を測定する。したがって、人間による位置誤差の可能性があり、精度は下がる。再帰反射器の移動は、レーザヘッドからレーザビームを再帰反射器に照射することにより探知する。再帰反射器が移動しない限り、レーザビームはその伝送経路に沿ってほとんどそのままレーザヘッドに戻る。再帰反射器が移動すると、レーザビームは再帰反射器の光学的中心にあたらぬ。再帰反射器は反射ビームが並行な経路でレーザヘッドに戻るようにする。この送出および受取レーザビームの間の並行なオフセットを用いて、再帰反射器が移動した距離および方向を決定する。並行オフセットは位置検出器で定められる。位置検出器は測定ヘッド内にある二次元の位置感応フォトダイオードである。並行なオフセット情報はさらにレーザトラッキングシステムによって用いられ、レーザビームを再帰反射器の中心に向けさせる。Smart310はこのような更新を1秒あたり1000回行なうことができ、それにより再帰反射器が移動する際の経路でも連続的に追跡することができる。

【0014】表面走査測定はレーザトラッキングシステムで干渉計を用いることにより行なわれる。すべての干渉計のように、絶対距離を定めることはできない。測定はフリンジ計数によって行なわれるので、距離の変化のみしか定められない。したがって、絶対距離を測定するために干渉計を有するレーザトラッキングシステムを

使用するためには、絶対距離が既知である点に位置付けられる再帰反射器で測定を始めなければならない。干渉計のフリンジ計数パルスはこの初期距離に加えられるまたは引算されて実際の距離測定を得る。レーザトラッキングシステムは精度のために再帰反射器を要件とするので、典型的には38ミリメートル(1.5インチ)以上の寸法を有する再帰反射器の大きさは、検出できる表面の細部の大きさを限定する。すなわち、再帰反射器より小さい表面の細部の変化は、再帰反射器が表面の細部に嵌合できないので検出できない。

【0015】現在利用可能な寸法検査装置のいずれも、低コストで携帯できる高分解能で高い精度でもって大型部品または複雑な幾何学的形状を有する部品を扱うことができるという機能を兼ね備えていない。したがって、携帯可能であり、設定するのに時間や労力がかからず、高い精度および高分解能で大型部品および/または複雑な幾何学的形状を有する部品を扱うことができる寸法検査装置が必要である。

【0016】

【発明の概要】本発明は制御された環境のチェンバまたは高価で時間がかかる設定および較正手順に頼らずに、非常に大きな部品および/または複雑な幾何学的形状の部品の高分解能、高精度な表面走査を提供し、携帯デジタル化用ヘッドをホストマシンに装着して高い分解能で部品の表面を走査し、デジタル化用ヘッドが部品の表面上を移動している際に携帯レーザトラッキングシステムを用いてデジタル化用ヘッドの位置を正確に追跡する。デジタル化用ヘッドの位置を示すレーザトラッキングシステムからの高精度なデータは、デジタル化用ヘッドからの高分解能の表面走査データと合成されて、部品に対して高分解能の高精度な表面走査をもたらす。

【0017】本発明の前記の局面および付随する利点の多くは、添付の図面とともに以下の詳細な説明により、よりよく理解されるであろう。

【0018】

【発明の実施の形態】図1を参照して、本発明はホストマシン10を用いてデジタル化用ヘッド20を走査するべき部品30の表面上に移動させる。デジタル化用ヘッド20には再帰反射器40が装着される。レーザトラッキングシステム50はレーザビームを出力して再帰反射器40から反射されるレーザビームを用いて、デジタル化用ヘッド20の位置を追跡する。レーザトラッキングシステム50からの極位置データはデータフォーマットコンバータ60に送られる。データフォーマットコンバータ60は極データをデカルト座標に変換し、次にデジタル化用ヘッドコントローラ25が用いるエンコーダデータフォーマットに変換する。デジタル化用ヘッド20からデジタル化用ヘッドコントローラ25に送られた表面走査データはデータフォーマットコンバータ60からの位置データと「合成」され、走査している部品30の

高分解能で高精度な表面マップを作成する。

【0019】好ましい実施例では、ホストマシン10は、イリノイ州、ロックフォーンのIngersoll Milling Machine 社によって製造された95フィートの5軸ルータであるが、デジタル化用ヘッド20を位置付けるために用いることができる装置であれば限定されない。その大きさも、鉄道車装着ブラットホームより大きいものから携帯可能なロボットアームまでさまざまである。好ましい実施例のホストマシンはデジタル化用ヘッド20に縦Z軸支持柱13を位置付けるためのXY軸往復台を有する。好ましいデジタル化用ヘッド20はカナダ、オンタリオ州、オタワのHymarc社から入手できるモデル25 Hyscanスキャナである。レーザトラッキングシステム50はスイス、ヘルブルグのLeica AGによって製造されたSmart 310である。

【0020】図2は典型的な表面走査シーケンスを示す。ステップ100において、走査するべき部品は作業エンベロープ70内に置かれる。作業エンベロープ70はホストマシン10がデジタル化用ヘッド20を位置付けることができる空間容積である。デジタル化用ヘッド20はホストマシン10に装着される。

【0021】ステップ110において、作業エンベロープ70内にある基準ターゲット80(好ましい実施例において、直径3インチの完全な球)をデジタル化用ヘッド20で走査することにより、システムに共通座標基準を確立する。実際には、球の一部のみが走査され、中心を決定するためには、球の残りの部分が補間され、これにより0、0、0基準点または局所ホーム位置を確立する。さらに、X、YおよびZ軸位置を示す情報がデジタル化用ヘッドコントローラ25に入力され、それにより本発明のレーザデジタル化用システムの座標系が確立される。代替的に、横基準ターゲット82および縦基準ターゲット84(図1)をそれぞれ走査して、横および縦の基準面をそれぞれデジタル化用ヘッドコントローラ25に与えることもできる。デジタル化用ヘッドコントローラに送られるすべての位置情報は自動的にこの共通座標基準を参照する。

【0022】ステップ110において、レーザトラッキングシステム50を初期化する。具体的には再帰反射器40をレーザトラッキングシステムのレーザエミッタからの基準位置55に置き、レーザエミッタ51から再帰反射器40にレーザビームを照射し、図5に示されるように、レーザトラッキングシステム50の干渉計52で反射ビームを受取って第1の距離基準を確立する。初期化の後、再帰反射器40はデジタル化用ヘッド20に装着され、デジタル化用ヘッド20の移動は干渉計およびエンコーダでトラッキングされ、再帰反射器が基準位置55に近づくまたは離れた距離および角度を測定する。当業者なら、本発明の精神から逸脱することなく、干渉計以外の距離決定装置を用いて反射レーザビームを受取

ることができることを認識するであろう。

【0023】図2のステップ120において、オペレータが部品の走査を制御する。オペレータはジョイスティックまたは他の位置装置を用いてデジタル化用ヘッド20を部品30の表面上に位置付けるためにホストマシン10を走査する。図3および図4に示されるように、デジタル化用ヘッド20は70ミリメートル（2.8インチ）幅の経路32を連続的に走査するレーザスキャナ21を含む。デジタル化用ヘッド20が部品30の表面上を移動しながら、レーザビームが振子運動で前後に掃引させられる。レーザビームは部品30の表面で反射してデジタル化用ヘッド20の電荷結合素子（CCD）アレイ22に入る。反射レーザビームがあたるCCDアレイ上の位置は校正されて、部品からデジタル化用ヘッドまでの距離を示す。オフセット情報はデジタル化用ヘッド20からデジタル化用ヘッドコントローラ25に送られる。

【0024】ステップ120と並行に、ステップ130-132において、レーザトラッキングシステム50はデジタル化用ヘッド20に装着される再帰反射器40の位置を追跡する。レーザエミッタ51からレーザビームを再帰反射器40の中心に照射し、再帰反射器40からの反射ビームを受取り、照射されたレーザビームと受取られたレーザビームとを比較することにより再帰反射器の位置変化を決定し、レーザエミッタ51の方向（高さおよび方位）を更新して、照射レーザビームの再帰反射器の中心への整合を維持する。レーザトラッキングシステム50がステップ131において再帰反射器40の移動を追跡している間、レーザトラッキングシステム50の干渉計52は再帰反射器40がレーザエミッタ51に近づいたまたは離れた距離を並行に測定しており、ステップ132において、高さ、方位および距離データを、再帰反射器40の位置を表わす極位置データに変換する。レーザトラッカコントローラ53はエンコーダを用いてレーザエミッタの高さおよび方位を決定する。デジタル化用ヘッド20への距離は干渉計の読取値としてコード化される。レーザトラッカコントローラ53は一般の変換方法で高さ、方位および距離情報を三次元の極座標に変換する。好ましい実施例のレーザトラッカコントローラ53はソフトウェアを走らせているパーソナルコンピュータであり、レーザビームの高さおよび方位ならびに干渉計からの距離情報をコード化し、高さ、方位、および距離情報を極座標として出力する。パーソナルコンピュータは、レーザトラッキングシステム50からデータを受取りかつデータフォーマットコンバータ60にデータを出力するためのコネクタを備えている。当業者なら、本発明の精神から逸脱することなく、レーザトラッカコントローラの必要な機能を行なうために専用のブラックボックスまたは他の手段を用いることができると認識するであろう。

【0025】ステップ133において、極位置データはレーザトラッカコントローラ53からデータフォーマットコンバータ60に送られ、デジタルヘッドコントローラ25に適するエンコーダフォーマットに変換される。好ましい実施例において、データフォーマットコンバータはパーソナルコンピュータ用の基板として実現され、これはレーザトラッカコントローラからケーブルを受取るために、かつデータをデジタル化用ヘッドコントローラ25に出力するためのコネクタを有し、極座標データをデカルト座標データに変換し、さらにデジタル化用ヘッドコントローラのためのエンコーダフォーマットに変換するためのハードウェア回路を含む。しかし、データフォーマットコンバータ60は、本発明の精神から逸脱することなく、必要なコネクタおよびハードウェアを含む専用のブラックボックスとして、もしくは必要なコネクタを有しおよび必要な変換を行なうためのファームウェアまたはソフトウェアを有する単一ボードコンピュータとして、または必要なコネクタが備わっているパーソナルコンピュータで走るソフトウェアとして、またはレーザトラッカコントローラ52からデータを受取り、必要な変換を行ない、データをデジタル化用ヘッドコントローラ25に出力するための他の手段として実現できる。

【0026】レーザトラッカコントローラ52からの極位置データはデータフォーマットコンバータ60に送られ、ここで一般の変換方法を用いて極データをリアルタイムでデカルト座標に変換し、次にデジタル化用ヘッドコントローラ25に適するエンコーダデータフォーマットに変換する。このエンコーダデータによってデジタル化用ヘッドコントローラ25にあるX、Y、およびZ情報を更新する。

【0027】ステップ140において、データフォーマットコンバータ60からのエンコーダデータはデジタル化用ヘッドコントローラ25のX、YおよびZ情報を連続的に更新して、再帰反射器40の現在の位置を示す。デジタル化用ヘッドコントローラ25のX、Y、およびZ情報の更新と並行に、デジタル化用ヘッド20は測定される部品30の表面に関するオフセットデータをデジタル化用ヘッドコントローラ25に送っている。デジタル化用ヘッドコントローラ25は部品30の表面からのオフセットデータとともに、揺動レーザビームの位置に関するオフセット情報も受取る。デジタル化用ヘッド20のレーザスキャナはレーザビームを振子運動のように前後に揺動させることによって走査するので、スキャンウィンドウの端近くにある点は、ウィンドウの中央近くの点からずれている。したがって、デジタル化用ヘッドが1本の軸上に動いているのなら、運動軸に垂直な軸に対するオフセットが必要である。デジタル化用ヘッドが対角線上に動くのなら、両方の軸に対するオフセットが必要である。デジタル化用ヘッドコントローラ25は一

般の数学的アルゴリズムを用いてこれらのオフセットを自動的に直す。一例として、デジタル化用ヘッド20がX軸に沿って走査しているのなら、デジタル化用ヘッドコントローラ25はYおよびZオフセットの補正を自動的に行なう。この補正の必要を示すために、デジタル化用ヘッド20が半円形チャンネルの中央線に沿って走査しているのなら、半円形チャンネルは平坦な表面として現れる。なぜなら、チャンネルのすべての点は、デジタル化用ヘッドのビーム出力点と等距離にあるからである。

【0028】デジタル化用ヘッド20から各オフセットデータの組が受取られると、デジタル化用ヘッドコントローラ25のX、YおよびZ情報が読取られて入来オフセットデータと合成され、部品30の表面マップの要素をなす。ステップ150において、表面マップデータは表面マップファイル90に出力される。部品30が完全に走査されると、結果の表面マップファイル90はグラフィックスワークステーションに表示され得る、または製品開発、ツーリング設計、品質保証、または表面マップが用いられる他の目的のために用いられることができる。再帰反射器40およびデジタル化用ヘッド90は常に同じ相対的位置にあるので、再帰反射器40の位置を表わす情報はデジタル化用ヘッド20の位置をも表わす。

【0029】好ましい実施例において、デジタル化用ヘッドコントローラ25は、データフォーマットコンバータ60からエンコーダフォーマットデータを受取るためのコネクタとデジタル化用ヘッド20からのオフセット情報を受取るためのコネクタとを有するグラフィックスワークステーションとして実現される。さらに、デジタル化用ヘッドコントローラ25は、デジタル化用ヘッド*30

*20からのオフセット情報をデータフォーマットコンバータ60からのX、YおよびZ位置データに合成するためのアルゴリズムを実現するソフトウェアプログラムを含む。当業者なら、本発明の精神から逸脱することなく、データフォーマットコンバータ60およびデジタル化用ヘッド20からのデータを表面マップファイルに合成するためのパーソナルコンピュータまたは他の手段が用いられ得ることを認識するであろう。

【0030】本発明の好ましい実施例が図示および記載されているが、本発明の精神および範囲から逸脱することなくさまざまな変更が可能であることは理解されるだろう。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る装置の概略図である。

【図2】本発明に係る表面走査プロセスのフロー図である。

【図3】本発明の好ましい実施例に用いられるデジタル化用ヘッドの概略図である。

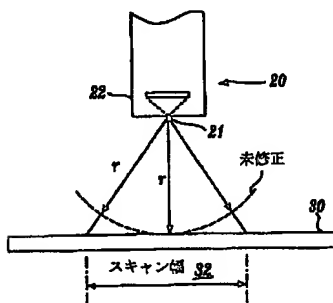
【図4】部品の表面を走査する、図3のデジタル化用ヘッドの部分上面斜視図である。

【図5】本発明の好ましい実施例に用いられるレーザトラッキングシステムの概略図である。

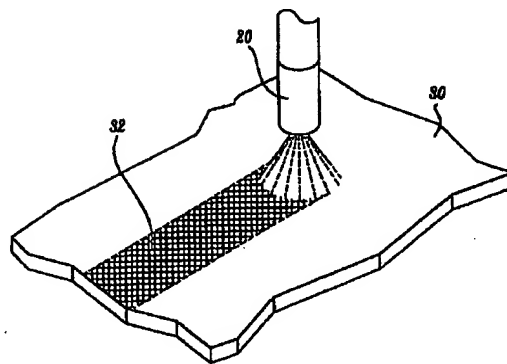
【符号の説明】

- 10 ホストマシン
- 30 部品
- 20 デジタル化用ヘッド
- 40 再帰反射器
- 50 レーザトラッキングシステム
- 70 作業エンベロープ

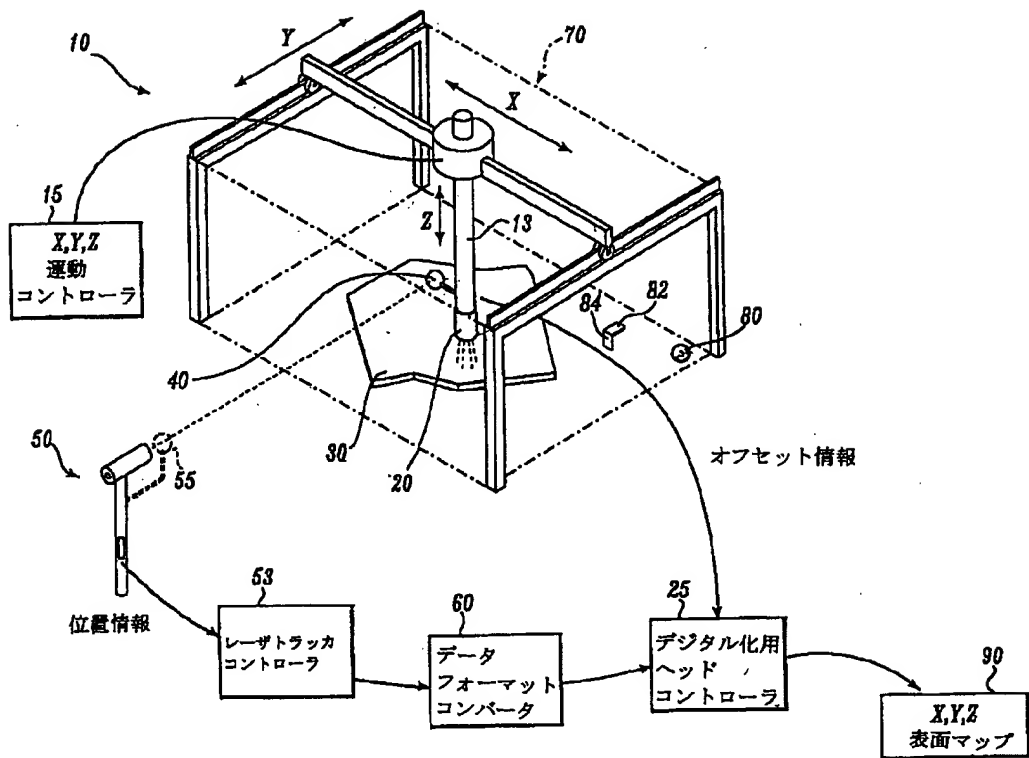
【図3】



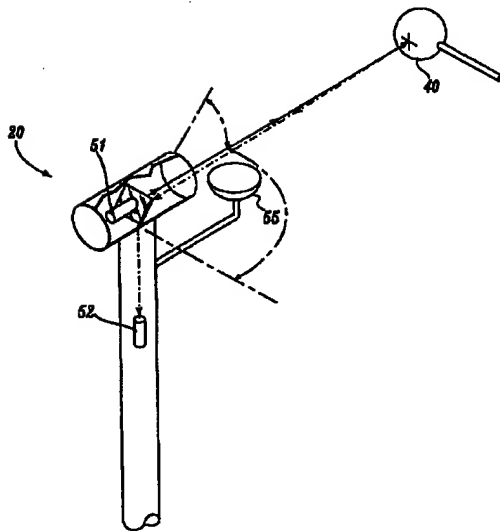
【図4】



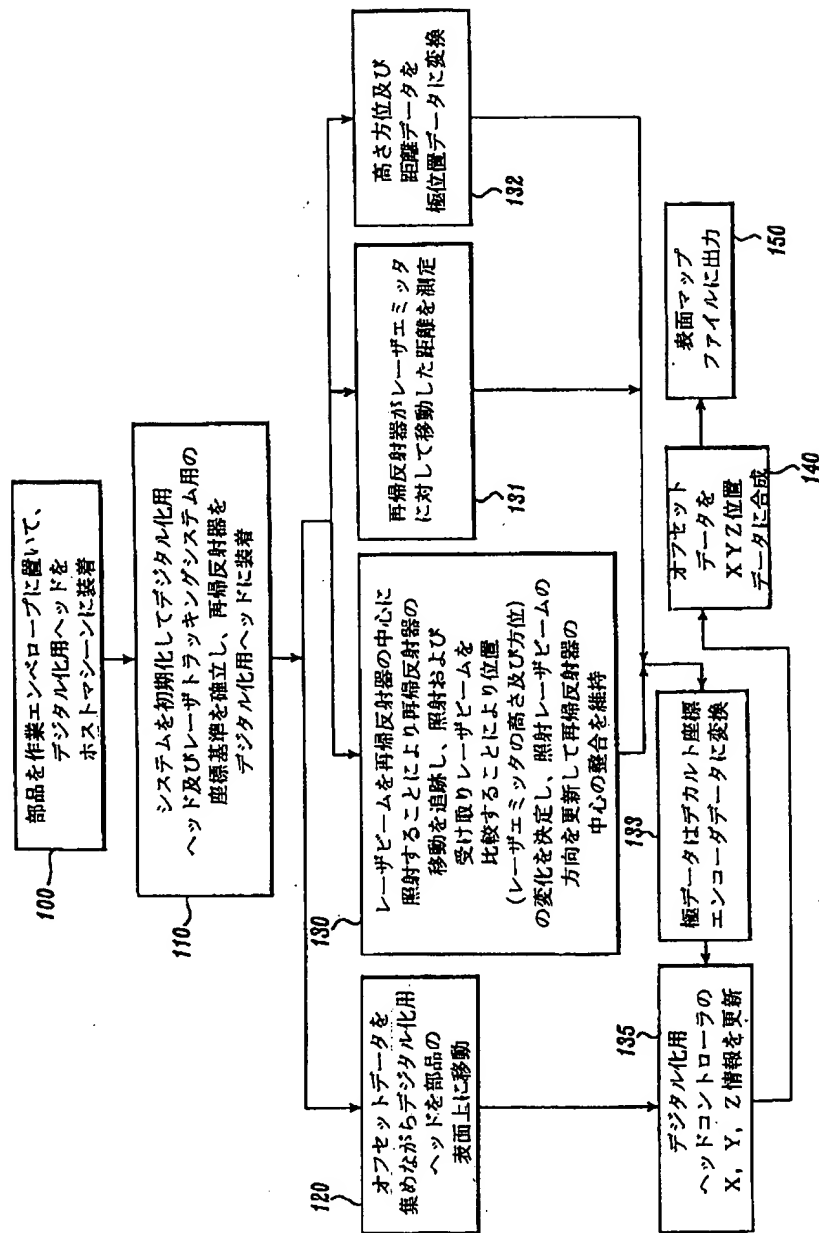
【図1】



【図5】



(図2)



フロントページの続き

(72)発明者 ジェフリー・エム・ハンセン
アメリカ合衆国、98058 ワシントン州、
レントン、エス・イー・ワンハンドレッド
アンドシックスティエイス・ストリート、
19416

(72)発明者 チャールズ・エム・リチャーズ
アメリカ合衆国、98042 ワシントン州、
ケント、エス・イー・コピントン・ソーヤ
ー・ロード、20242